

Best Available Copy

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-179407

(43)Date of publication of application : 06.07.1999

(51)Int.Cl.

B21B 25/00  
 C22C 38/00  
 C22C 38/52  
 C22C 38/58  
 // B22D 25/02  
 C21D 9/00

(21)Application number : 09-351280

(71)Applicant : NKK CORP

(22)Date of filing : 19.12.1997

(72)Inventor : MAEDA TATSUO

MINAMI YUSUKE

TAKAOKA TATSUO

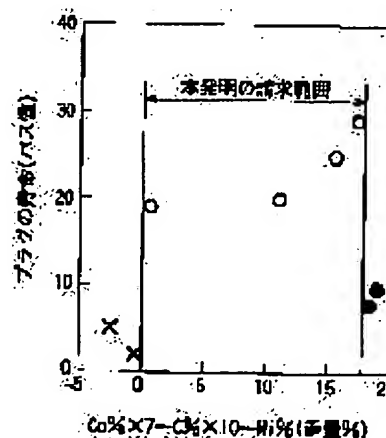
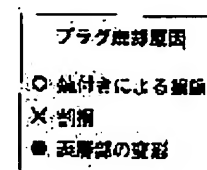
YAMAZAKI MOTOHARU

## (54) TOOL FOR MANUFACTURING SEAMLESS STEEL TUBE

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a tool for manufacturing seamless steel tubes excellent in durability with which improvement of quality of inner surface and reduction of manufacturing cost of high alloy steel tube manufactured by rolling with a Mannesmann plug mill are enabled.

SOLUTION: This tool is the tool for manufacturing seamless steel tubes by which scaling heat treatment is executed after melting steel and casting into a plug-shaped mold and this steel consists of, by weight, 0.1-0.4% C, 0.1-3% Si, 0.2-2% Mn, 0.05-1% Cu, 0.5-10% Ni, 0.5-5% Cr, 0.5-5% Mo, 0.5-5% W, 0.5-5% Co, 0.015-1% Ti, 0.01-0.1% sol. Al and the balance which satisfies the formula:  $0 \leq \text{Co}\% \times 7 - \text{C}\% \times 10 - \text{Ni}\% \leq 18$ , is Fe with inevitable impurities.



CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] It is the tool for seamless-steel-tubes manufacture which comes to give scale attachment heat treatment after dissolving steel and casting to the mold of a plug configuration. This steel By weight %, C:0.1 - 0.4%, Si:0.1-3%, and Mn:0.2-2%, Cu: 0.05-1%, nickel:0.5-10%, and Cr:0.5-5%, Mo: The tool for seamless-steel-tubes manufacture characterized by the remainder with which 0.5-5%, W:0.5 - 5%, Co:0.5-5%, Ti:0.015-1%, and sol.aluminum:0.01-0.1% are contained, and it is satisfied of following the (1) type consisting of Fe and an unescapable impurity.

$0 \leq \text{Co} \% \times 7 - \text{C} \% \times 10 - \text{nickel} \% \leq 18$  -- (1)

[Claim 2] The tool for seamless-steel-tubes manufacture according to claim 1 further characterized by regulating each unescapable impurity element of P, S, and N by weight % to P:0.05% or less, S:0.06% or less, and N:0.2% or less as a steel component.

[Claim 3] The tool for seamless-steel-tubes manufacture according to claim 1 or 2 further characterized by containing one sort chosen from the group (V:0.05 - 2%, Zr:0.05-2%, B:0.005 - 0.02%, and Nb:0.05-2%), or two sorts or more by weight % as a steel component.

---

[Translation done.]

DETAILED DESCRIPTION

---

## [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] Especially this invention relates to the tool for manufacture of high-alloy-steel tubing manufactured with the Mannesmann plug mill rolling (a punching plug or expansion plug), and relates to the good tool for seamless-steel-tubes manufacture of whenever [ aiming at improvement / in the quality of the internal surface of a steel pipe /, and reduction of manufacturing cost durable ].

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, in mining of petroleum gas, depth is more deep, mining in a well with much corrosive gas increases, and the volume of 13Cr steel equivalent to AISI420 used for such joint ductlessness for Yui tubing etc. is increasing. Although the Mannesmann plug mill method is widely enforced from high productivity in the approach of manufacturing seamless steel tubes between heat until now, after making into a hollow element tube heating and the round steel piece by which soak was carried out at predetermined temperature with the piercer rolling mill which is the first key punch first, by this approach, this hollow element tube is extended with the elongator rolling mill and plug mill rolling mill which are the second key punch. It becomes difficult for the deformation resistance between the heat of high Cr steel to be [ being few compared with the case where the amount of scale formation of the front face of the rolled material of a under / rolling / is carbon steel further in high Cr steel at the time of front / rolling / heating although the plug used by each performed scale attachment heat treatment and printing with rolled material has been prevented / again ] high to carbon steel, to wear out, and for the scale on the front face of a plug to be damaged easily, and to prevent printing of a plug and rolled material effectively.

[0003] When punching a round steel piece and making to a hollow element tube with a piercer plug especially, since a plug point is heated by about 1100-degree C elevated temperature, in the point of a plug, high temperature strength is required for it. In manufacturing the high steel pipe of deformation resistance, such as high alloy steel, especially, when the reinforcement of a plug runs short and the deformation in a plug point arises, it becomes difficult to maintain the scale on the front face of a plug, and printing by the plug and rolled material arises notably.

[0004] As mentioned above, it is the ingredient which consists of a component which generates a scale with the high temperature strength, abrasion resistance, and peeling resistance of a plug ingredient as a property for which the ingredient of a punching plug (piercer plug) and an expansion plug (elongator plug) is asked.

[0005] From such a viewpoint, as a means which raises the life of the plug for punching at the time of high-alloy-steel rolling, and the plug for expansion For example, 0.25%C-3%Cr-1%nickel is used as a \*-SU component as indicated by JP,7-060314,A with the piercer plug. In order to add nickel further in order to attain delicate-ization of a surface scale, and to control softening of the plug surface section by decarbonization, loading addition of Mn is carried out, and restricting the addition of Mo and W that a baking crack with a possibility that it may be further generated at the time of quenching after rolling should be prevented is indicated. Moreover, the ratio of nickel/Cr is restricted from a viewpoint of reservation of the thickness and high temperature strength of a scale layer as indicated by JP,60-208458,A, and reservation of high temperature strength is in drawing by addition of Cu, Ti, and Zr.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, even if it is the punching plug and expansion plug using the ingredient which limited the chemical entity as mentioned above, when rolling out high alloy steel, such as 13Cr steel, life with those sufficient plugs is not acquired.

[0007] Namely, it sets to the plug used after casting, without performing hot working, such as hot forging, etc. The shrinkage cavity at the time of casting influences the high temperature strength of a plug, and the reinforcement in lower temperature, and when there are many amounts of a shrinkage cavity, crack damage of a plug should arise at the time of an activity, Moreover, the component was adjusted, the toughness of the plug which generally has martensitic structure although the reinforcement

of the plug in ordinary temperature increases fell in the request in order to raise high temperature strength, and it became clear to produce crack damage of a plug. Furthermore, it became clear that effectiveness sufficient by the approach of raising the compactness of a scale by adjusting the content of nickel and Cr when raising the life of a plug is not acquired. The object of this invention is to offer the good tool for seamless-steel-tubes manufacture of whenever [ durable ] which enables the improvement in the quality of the internal surface of high-alloy-steel tubing and the reduction of a manufacturing cost which are especially manufactured with the Mannesmann plug mill rolling, in order to solve the above-mentioned trouble.

[0008]

[Means for Solving the Problem] In order to solve said technical problem and to attain the object, this invention uses the means shown below.

It is the tool for seamless-steel-tubes manufacture which comes to give scale attachment heat treatment after the tool of this invention dissolving steel and casting to the mold of a plug configuration. (1) This steel By weight %, C:0.1 - 0.4%, Si:0.1-3%, and Mn:0.2-2%, Cu: 0.05-1%, nickel:0.5-10%, and Cr:0.5-5%, Mo: 0.5-5%, W:0.5 - 5%, and Co:0.5-5%, Ti: It is the tool for seamless-steel-tubes manufacture characterized by the remainder with which 0.015-1% and sol.aluminum:0.01-0.1% are contained, and it is satisfied of following the (1) type consisting of Fe and an unescapable impurity.

$0 \leq \text{Co} \% \times 7 - \text{C} \% \times 10 - \text{nickel} \% \leq 18$  -- (1)

(2) The tool of this invention is a tool for seamless-steel-tubes manufacture given in the above (1) characterized by being weight % and regulating each unescapable impurity element of P, S, and N further as a steel component to P:0.05% or less, S:0.06% or less, and N:0.2% or less.

(3) The tool of this invention is a tool for seamless-steel-tubes manufacture the above (1) further characterized by containing one sort chosen from the group (V:0.05 - 2%, Zr:0.05-2%, B:0.005 - 0.02%, and Nb:0.05-2%), or two sorts or more by weight % as a steel component, or given in (2).

[0009]

[Embodiment of the Invention] this invention persons came to acquire the following knowledge, as a result of inquiring wholeheartedly that the above-mentioned technical problem should be solved. Co and Cu make the interface of a plug and a scale irregularity, it is the element which raises the peeling resistance of a scale notably, and Co also raises the abrasion resistance of a scale by raising the compactness in a scale further. However, addition of Co is an element which raises the transformation point (Ac1 and Ac3) of steel, since it does not metamorphose into an austenite thoroughly with scale attachment heat treatment temperature when Co is added simply, at the time of cooling by scale attachment heat treatment, it does not metamorphose into martensitic structure but the coke strength at ambient temperature of a plug runs short. In addition, when scale attachment heat treatment temperature is raised, in order to obtain a perfect austenite texture from the amount of generation of the opening in a scale increasing, and the peeling resistance of a scale deteriorating, there is a limit in raising scale attachment heat treatment temperature. Moreover, a proper value exists in the coke strength at ambient temperature of the plug which is a martensite subject's organization, when the reinforcement is low, deformation of a plug arises, and when the reinforcement is high, the toughness of a plug runs short, and plug crack damage arises at the time of an activity. For this reason, in adding Co, in order to adjust the transformation point of an ingredient, and the coke strength at ambient temperature of a plug, adjustment of the content of C and nickel is needed. In addition, although Cu seldom affects the transformation point of steel, at the time of scale attachment heat treatment, superfluous addition of Cu will make brittle the austenite grain boundary on the front face of a plug near the scale, and, for this reason, will spoil the toughness of a plug. For this reason, the upper limit of the content of Cu was found out.

[0010] In the plug used after casting, without performing hot working, such as hot forging, etc., when preventing crack damage of a plug, few shrinkage cavities at the time of casting are wanted for there to be in the condition of a casting as. Since N which is the gas constituents in molten steel does not fully surface at the time of coagulation but it remains and generates in molten steel, to reduction of the amount of generation of a shrinkage cavity, the application of secondary refining of molten steel, such as the activity of few dissolution raw materials of N content or arrangement and rationalization of capacity

of the dead head, and RH degassing apparatus, of a shrinkage cavity is the most desirable. However, the fabrication costs of a plug will be raised depending on these means. Therefore, as a result of examining the simple method of reducing the amount of generation of a shrinkage cavity, it became clear that addition of Ti is effective. Furthermore, addition of this Ti deposits as TiN or TiC immediately after coagulation in molten steel, and has the effectiveness which raises the high temperature strength of a plug.

[0011] In order to generate a scale with [ based on the above knowledge ] the high temperature strength of a plug ingredient, abrasion resistance, and peeling resistance in this invention persons, as constant-rate addition of Co, Cu, and Ti was carried out and the content of C and nickel was further adjusted according to the addition of Co, a header and this invention were completed for the good tool for seamless-steel-tubes manufacture of whenever [ durable ].

[0012] That is, this invention can offer the good tool for seamless-steel-tubes manufacture of whenever [ durable ] which enables the improvement in the quality of the internal surface of high-alloy-steel tubing and the reduction of a manufacturing cost which are especially manufactured with the Mannesmann plug mill rolling by limiting a steel presentation to the following range.

[0013] Hereafter, the reason for component addition of this invention and the reason for component definition are explained.

(1) The component presentation range C of C:0.1 - 0.4% is an indispensable element in order to raise the coke strength at ambient temperature and high temperature strength of a plug, and it needs to make 0.1% or more of C contain. On the other hand, in addition exceeding 0.4%, since the coke strength at ambient temperature rises too much, toughness will fall, and crack damage of a plug will be caused. Therefore, the content is 0.1 - 0.4%.

[0014] Si: If Si is a deoxidation element, and there is little the effectiveness at less than 0.1% and the content exceeds 3% 0.1 to 3%, the scale thickness on the front face of a plug will decrease, and the life of a plug will be reduced. Therefore, the content is 0.1 - 3%.

[0015] Mn: At less than 0.2%, although it is added in order that Mn may raise high temperature strength 0.2 to 2%, if there is little the effectiveness and it exceeds 2%, the scale thickness on the front face of a plug will decrease, and the life of a plug will be reduced. Therefore, the content is 0.2 - 2%.

[0016] Cu: 0.05-1%Cu is an effective element which raises the adhesion of a scale, at less than 0.05%, when there is little that effectiveness and 1% is exceeded, at the time of scale attachment heat treatment, the austenite grain boundary on the front face of a plug near the scale will be made brittle, and, for this reason, the toughness of a plug will be spoiled. Therefore, the content is 0.05 - 1%.

[0017] nickel: If it is an austenite stabilization element, and the effectiveness is small and exceeds 10% at less than 0.5% 0.5 to 10% while nickel is a solid-solution-strengthening element, the amount of generation of a scale will fall and the life of a plug will fall remarkably. Therefore, the content is 0.5 - 10%.

[0018] Cr: 0.5-5%Cr is an element which serves as carbide and raises the reinforcement of a plug remarkably, and the amount of deposits of Cr carbide sufficient at less than 0.5% is not obtained, but it runs short of the coke strength at ambient temperature and high temperature strength of a plug. If 5% is exceeded, the amount of generation of the scale on the front face of a plug falls, and since baking of a plug and rolled material cannot be prevented, the life of a plug will fall. Therefore, the content is 0.5 - 5%.

[0019] Mo: 0.5 - 5%Mo is an element which raises high temperature strength by depositing as dissolving in steel, or Mo carbide. Moreover, it is the element which raises the toughness of the steel in ordinary temperature or tempering temperature. At less than 0.5%, desired effectiveness is not acquired for the addition of Mo. On the other hand, when it exceeds 5%, the coke strength at ambient temperature becomes high too much, and will cause lowering of toughness. Therefore, the content is 0.5 - 5%.

[0020] W:0.5 - 5%W is an element which serves as carbide and raises the reinforcement of a plug remarkably, and the amount of deposits of carbide sufficient at less than 0.5% is not obtained, but it runs short of the coke strength at ambient temperature and high temperature strength of a plug. Lowering of toughness will be caused when 5% is exceeded. Therefore, the content is 0.5 - 5%.

[0021] Co: 0.5-5%, put  $0 \leq \text{Co}\% \times 7 - \text{C}\% \times 10 - \text{nickel}\% \leq 18$  Co on this invention, and it is an important element. That is, it is an element effective while raising high temperature strength, when raising the abrasion resistance and peeling resistance of a scale notably by addition of Co. Effectiveness which Co mentioned above at less than 0.5% is not fully acquired, but on the other hand, while raising the manufacturing cost of a plug, the transformation point of steel goes up, it becomes difficult for martensitic structure to obtain the plug of a subject's organization, the coke strength at ambient temperature of a plug falls, and it becomes easy to produce deformation of a plug in 5% or more of addition.

[0022] Moreover, in order to obtain the organization of a martensite subject with proper reinforcement and proper toughness, C content, nickel content, and Co content need to satisfy the relational expression showing in a degree type.

[0023]

As shown in  $0 \leq \text{Co}\% \times 7 - \text{C}\% \times 10 - \text{nickel}\% \leq 18$ , i.e., drawing 1, when the value of  $\text{Co}\% \times 7 - \text{C}\% \times 10 - \text{nickel}\%$  is less than zero, the coke strength at ambient temperature of a plug becomes high, toughness will fall, and crack damage of a plug will arise.

[0024] On the other hand, when the value of  $\text{Co}\% \times 7 - \text{C}\% \times 10 - \text{nickel}\%$  exceeds 18, the coke strength at ambient temperature of a plug will run short, deformation of a plug will arise, and the life of a plug will deteriorate.

Ti: When Ti deposits as TiN or TiC 0.015 to 1% at the time among molten steel of coagulation, it is an effective element for reducing the amount of dissolution N and reducing the amount of generation of the shrinkage cavity of the slab of a casting as. At less than 0.015%, when this effectiveness is not acquired and Ti is added exceeding 1%, TiC and TiN which exist in steel serve as an origin of a crack, will promote the crack of a plug, and will check that life. For this reason, the content of Ti is 0.015 - 1%.  
sol.aluminum: 0.01 - 0.1% sol.aluminum: aluminum is a deoxidation element, is an element required when securing the ductility of steel, and toughness, and even if desired effectiveness is not acquired but it makes it contain exceeding 0.1% on the other hand, the effectiveness will be saturated with less than 0.01%, or it will invite lowering of ductility and toughness to reverse at it. For this reason, the content of aluminum is 0.01 - 0.1%.

[0025] P: 0.05% or less P is an unescapable impurity element, and is segregated to a grain boundary at the time of austenite heating, reduces grain boundary reinforcement, and degrades plug reinforcement notably. For this reason, that upper limit is 0.05%.

[0026] S: 0.06% or less S is an unescapable impurity element, and is segregated to a grain boundary at the time of austenite heating, reduces grain boundary reinforcement, and degrades plug reinforcement notably. For this reason, that upper limit is 0.06%.

[0027] N: 0.2% or less N is an unescapable impurity, when the content exceeds 0.2%, and the shrinkage cavity at the time of casting arises in a plug, it may reduce the reinforcement of a plug, and it may cause crack damage of a plug. Therefore, the upper limit is 0.2%.

[0028] Furthermore, in this invention, the life of the piercer plug which is the object of this invention one sort or by making two or more sorts contain about V, Zr, B, and Nb of each following content, or an elongator plug can be raised.

[0029] Although it is added in order to raise high temperature strength, at less than 0.05%, V: 0.05 - 2% V causes lowering of toughness, when the effectiveness is not acquired but it exceeds 2%, and produces crack damage of a plug. Therefore, the content is 0.05 - 2%.

[0030] Zr: It is the element which raises high temperature strength, the effectiveness is not acquired at less than 0.05%, but Zr serves as a nitride 0.05 to 2%, in exceeding 2%, it causes degradation of toughness, and produce crack damage of a plug. Therefore, the content is 0.05 - 2%.

[0031] It is an element which raises high temperature strength, the effectiveness is not acquired at less than 0.005%, but B: 0.005 - 0.02% B becomes a nitride, when exceeding 0.02%, it causes degradation of toughness, and it produces crack damage of a plug. Therefore, the content is 0.005 - 0.02%.

[0032] Nb: 0.05-2% Nb is an element which raises the reinforcement of a room temperature and an elevated temperature by depositing as NbC, and lifting of predetermined reinforcement is not acquired at

less than 0.05%. In addition exceeding 2% on the other hand, lowering of toughness will be caused and the crack of a plug will arise. Therefore, the content is 0.05 - 2%.

[0033] In addition, about manufacture conditions, it is not limited especially by this invention. Namely, the dissolution approach of the steel at the time of plug manufacture, the casting approach, and the scale attachment heat treatment approaches should just be conditions usually adopted. The example of this invention is given to below and the effectiveness of this invention is proved.

[0034]

[Example] The atmospheric-air dissolution was carried out and the 500kgf steel of the chemical composition shown in a table 1 was cast in the configuration of a piercer plug with an overall diameter of 105mm. After the casting plug finished the part in contact with rolled material by machine grinding, it carried out scale attachment heat treatment in the steam oxidation ambient atmosphere, manufactured 19 plug mill plugs of each steel at a time, respectively, and used 18 of them for rolling of 13Cr seamless steel tubes. About the one remaining pieces, Vickers hardness number was measured and the thickness of a surface scale was measured with the optical microscope. In addition, since it consisted of a inner layer scale and an outer layer scale and the inner layer scale of these prevented baking of a plug and rolled material, the scale on the front face of a plug measured the thickness of a inner layer scale.

[0035] Furthermore, the diameter [ of 10mm ] x15mm high test piece was extracted, rate of strain performed the compression test in a 10-/second with the test temperature of 1100 degrees C, the mean deformation resistance at the time of the distortion 0.1 in that case was measured, and the high temperature strength of each steel has been grasped.

[0036] In addition, after holding steam oxidation heat treatment at 900-1000 degrees C for about 5 hours and annealing it to the temperature of 500 degrees C, it was taken out from the heat treating furnace and cooled radiationally in atmospheric air. 13Cr steel rolling punched the round steel piece with a die length [ 3280mm ] of with a diameter of 170mm with the first key punch (piercer), and was made into the hollow element tube of diameter [ of 174mm ] x30mm thickness x5700mm die length. The existence of deformation of the plug head for every one pass or a drum section, the existence of breakage on the plug surface section by seizure, or plug crack damage estimated the life of a plug with the number of passes when it becomes impossible to use it.

[0037] In a table 1, No.1-4 are this invention steel and No.5-18 are comparison steel. The average of the life (number of passes) of the piercer plug at the time of rolling out the Vickers hardness number, the inner layer scale thickness, the 1100-degree C mean deformation resistance, and 13Cr seamless steel tubes of a piercer plug of each chemical entity is shown in a table 2. While ordinary temperature and the plug reinforcement in an elevated temperature are obtained, as for this invention steel No.1-4, the good plug life (19 to 29 pass) is acquired from desired scale thickness being obtained, so that clearly from a table 2.

[0038] On the other hand, the life of the plug which consists of steel of comparison steel No.5-18 is a small value (one to 14 pass) compared with the life of the plug which consists of steel of this invention steel No.1-4. Although comparison steel No.5-8 have the content of each element in the generic claim by this invention, since the value of  $\text{Co}\% \times 7 - \text{C}\% \times 10 - \text{nickel}\%$  calculated from the content of Co, C, and nickel is a value besides the generic claim of this invention, whenever [ plug durable ] has deteriorated.

[0039] Since the addition of C, Mn, Cr, Mo, W, and Ti is high, the coke strength at ambient temperature of a plug is too high, when toughness falls, the crack of a plug arose at the time of an activity, and, as for comparison steel No.9, and 10, 12, 13, 14 and 15, whenever [ durable ] has deteriorated. Moreover, since the content of Cu is high, when embrittlement in the plug surface section takes place, the crack of a plug produces comparison steel No.11 at the time of an activity, and whenever [ durable / of a plug ] is falling. In comparison steel No.16 and 17, since the content of Si and nickel is high, the scale thickness on the front face of a plug runs short, disappearance of the scale at the time of an activity arises at an early stage, and whenever [ durable ] is falling. Since the transformation point of steel goes up since Co content is high, and comparison steel No.18 cannot obtain a perfect austenite texture by whenever [ scale attachment stoving temperature ], the coke strength at ambient temperature of a plug falls, and whenever [ durable ] is falling.

[0040]

[A table 1]

表 1

鋼 No.	化 学 成 分 (重量%)														(A)	備考	
	C	Ni	Co	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	Mo	W	Ti	sol.Al	N			その他
1	0.21	1.09	2.97	0.32	0.42	0.023	0.024	0.06	0.62	1.41	3.11	0.097	0.094	0.0159	Nb:0.58	17.6	本発明鋼
2	0.17	3.80	2.40	0.15	0.26	0.045	0.010	0.09	2.60	2.70	4.59	0.048	0.046	0.0045	—	11.3	本発明鋼
3	0.37	0.52	0.70	0.24	1.03	0.036	0.052	0.24	4.20	0.53	1.00	0.023	0.028	0.0109	V:0.105,Zr:0.097	0.68	本発明鋼
4	0.40	1.09	2.97	2.70	1.80	0.012	0.047	0.78	0.53	4.70	0.54	0.049	0.051	0.0078	V:0.057,Nb:0.153	15.7	本発明鋼
5	0.37	3.00	0.90	0.87	0.56	0.045	0.026	0.62	0.87	2.20	2.06	0.057	0.052	0.0105	—	-0.4°	比較鋼
6	0.31	4.80	0.80	1.45	0.67	0.035	0.023	0.12	0.67	1.42	2.89	0.061	0.057	0.0203	—	-2.3°	比較鋼
7	0.12	1.09	2.97	2.16	0.48	0.028	0.027	0.09	0.75	1.38	3.09	0.087	0.081	0.1264	—	18.5°	比較鋼
8	0.28	2.40	3.50	3.05	0.64	0.045	0.036	0.54	1.02	1.29	2.78	0.019	0.026	0.0578	—	19.3°	比較鋼
9	0.42	1.23	0.70	0.89	0.23	0.019	0.042	0.49	0.89	1.30	1.09	0.085	0.091	0.0278	—	-0.53°	比較鋼
10	0.34	1.45	0.92	0.94	2.14	0.023	0.024	0.37	0.56	2.06	2.06	0.077	0.073	0.0084	—	1.59	比較鋼
11	0.28	1.74	1.24	2.06	1.08	0.021	0.038	1.09	0.68	2.78	3.08	0.049	0.052	0.0079	—	4.14	比較鋼
12	0.15	1.24	2.04	3.07	1.78	0.020	0.024	0.21	5.13	1.05	2.87	0.026	0.016	0.0148	—	11.54	比較鋼
13	0.08	2.03	2.47	2.60	0.48	0.037	0.029	0.48	1.03	5.07	1.58	0.017	0.019	0.1784	—	14.46	比較鋼
14	0.27	2.25	1.84	0.50	0.44	0.049	0.022	0.59	2.03	1.29	5.02	0.024	0.022	0.0215	—	7.93	比較鋼
15	0.29	2.46	2.57	0.47	1.02	0.019	0.024	0.60	0.78	1.37	2.84	1.022	0.032	0.0347	—	12.63	比較鋼
16	0.31	2.02	2.06	3.22	1.09	0.022	0.035	0.09	0.81	1.29	2.57	0.084	0.078	0.0248	—	9.3	比較鋼
17	0.12	10.2	3.50	2.82	0.48	0.034	0.034	0.21	0.89	1.37	1.05	0.094	0.091	0.0055	—	13.1	比較鋼
18	0.39	9.80	5.01	0.28	0.87	0.049	0.045	0.07	0.78	1.27	1.75	0.075	0.049	0.0084	—	21.37°	比較鋼

(注) (A) は  $(C\% \times 7 - C\% \times 10 - Ni\%)$  の値を示す。

\*印は本発明の範囲から外れていることを表す。

[0041]

[A table 2]

表 2

鋼 No.	ビッカース 硬さ (HV)	スケール 厚さ ( $\mu\text{m}$ )	1100℃での 平均変形抵抗 (MPa)	寿命	廃却原因	備考
1	320	248	240	29	焼付きによる損傷	本発明鋼
2	286	184	210	20	焼付きによる損傷	本発明鋼
3	345	155	230	19	焼付きによる損傷	本発明鋼
4	385	228	260	25	焼付きによる損傷	本発明鋼
5	456	197	220	2	割損	比較鋼
6	432	208	200	5	割損	比較鋼
7	247	246	125	8	表層部の変形	比較鋼
8	229	194	120	10	表層部の変形	比較鋼
9	476	202	180	4	割損	比較鋼
10	449	224	225	6	割損	比較鋼
11	435	218	135	1	割損	比較鋼
12	448	126	230	3	割損	比較鋼
13	422	208	210	8	割損	比較鋼
14	469	154	230	10	割損	比較鋼
15	468	178	190	7	割損	比較鋼
16	247	126	150	12	焼付きによる損傷	比較鋼
17	216	107	135	14	焼付きによる損傷	比較鋼
18	237	154	120	11	表層部の変形	比較鋼

注) \*印は本発明の範囲から外れていることを表す。

[0042]

[Effect of the Invention] As described above, according to this invention, the good tool for seamless-steel-tubes manufacture of whenever [ durable ] which enables the improvement in the quality of the internal surface of high-alloy-steel tubing and the reduction of a manufacturing cost which are especially manufactured with the Mannesmann plug mill rolling can be offered by specifying a steel presentation. Therefore, the utility value on [ -- the life of the piercer plug for seamless-steel-tubes manufacture and an elongator plug can be improved -- ] industry is large.

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-179407

(43) 公開日 平成11年(1999) 7月6日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	F I	
B 2 1 B 25/00		B 2 1 B 25/00	A
C 2 2 C 38/00	3 0 2	C 2 2 C 38/00	3 0 2 E
		38/52	
		38/58	
// B 2 2 D 25/02		B 2 2 D 25/02	B

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平9-351280

(22) 出願日 平成9年(1997)12月19日

(71) 出願人 00004123

日本鋼管株式会社

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号

(72) 発明者 前田 龍男

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日

本鋼管株式会社内

(72) 発明者 南 雄介

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日

本鋼管株式会社内

(72) 発明者 高岡 達雄

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日

本鋼管株式会社内

(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦 (外4名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 継目無鋼管製造用工具

(57) 【要約】

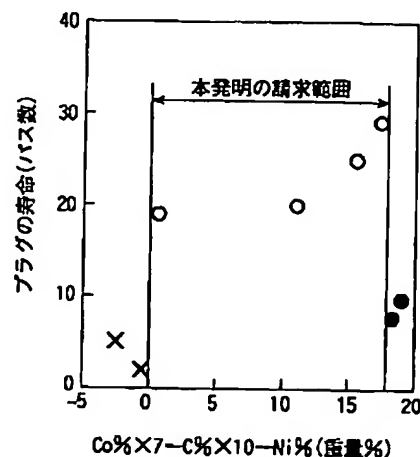
【課題】特にマンネスマン・プラグミル圧延で製造する高合金鋼管の内表面の品質の向上と製造コストの低減を可能にする、耐用度の良好な継目無鋼管製造用工具を提供する。

【解決手段】鋼を溶解し、プラグ形状の鋳型に鋳造した後スケール付け熱処理を施してなる継目無鋼管製造用工具であって、該鋼は、重量%で、C: 0.1~0.4%と、Si: 0.1~3%と、Mn: 0.2~2%と、Cu: 0.05~1%と、Ni: 0.5~10%と、Cr: 0.5~5%と、Mo: 0.5~5%と、W: 0.5~5%と、Co: 0.5~5%と、Ti: 0.015~1%と、sol. Al: 0.01~0.1%とを含有し、かつ下記(1)式を満足する残部がFeおよび不可避免的不純物からなることを特徴とする、継目無鋼管製造用工具。

$$0 \leq \text{Co}\% \times 7 - \text{C}\% \times 10 - \text{Ni}\% \leq 18 \quad \cdots (1)$$

プラグ腐却原因

- 焼付きによる損傷
- × 割損
- 表層部の変形



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 鋼を溶解し、プラグ形状の鋳型に鋳造した後スケール付け熱処理を施してなる継目無鋼管製造用工具であって、

該鋼は、重量%で、C:0.1~0.4%と、Si:0.1~3%と、Mn:0.2~2%と、Cu:0.05~1%と、Ni:0.5~10%と、Cr:0.5~5%と、Mo:0.5~5%と、W:0.5~5%と、Co:0.5~5%と、Ti:0.015~1%と、sol. Al:0.01~0.1%とを含有し、かつ下記

(1)式を満足する残部がFeおよび不可避免の不純物からなることを特徴とする、継目無鋼管製造用工具。

$$0 \leq C\% \times 7 - C\% \times 10 - Ni\% \leq 18 \quad \cdots (1)$$

【請求項2】 鋼成分として、さらにP、S、Nの各不可避免の不純物元素を、重量%で、P:0.05%以下、S:0.06%以下、N:0.2%以下に規制することを特徴とする、請求項1に記載の継目無鋼管製造用工具。

【請求項3】 鋼成分として、重量%でさらに、V:0.05~2%、Zr:0.05~2%、B:0.005~0.02%、及びNb:0.05~2%の群から選択された1種または2種以上を含有することを特徴とする、請求項1または2に記載の継目無鋼管製造用工具。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、特にマンネスマン・プラグミル圧延で製造する高合金鋼管の製造用工具（穿孔プラグあるいは拡張プラグ）に係り、鋼管の内表面の品質の向上と製造コストの低減を目的とした、耐用度の良好な継目無鋼管製造用工具に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、石油・ガスの採掘において、より深度の深く、腐食性ガスの多い井戸での採掘が増加し、これらの油井管用継目無管などに使用されるAISI420相当の13Cr鋼などの生産量が増加している。これまで熱間で継目無鋼管を製造する方法の中で、マンネスマン・プラグミル法は高生産性から広く実施されているが、この方法では、所定温度に加熱・均熱された丸鋼片をまず第一穿孔機であるピアサー圧延機で中空素管としたのち、この中空素管を第二穿孔機であるエロンゲーター圧延機とプラグミル圧延機で延伸する。それぞれで使用されるプラグはスケール付け熱処理を施して、被圧延材との焼き付きを防止しているものの、高Cr鋼では圧延前加熱時更に圧延中での被圧延材の表面のスケール生成量が炭素鋼の場合に比べ少ないこととまた炭素鋼に比べ高Cr鋼の熱間での変形抵抗が高く、プラグ表面のスケールが容易に磨耗・損傷し有効にプラグと被圧延材との焼き付きを防止することが困難になる。

【0003】特に、ピアサープラグでは、丸鋼片を穿孔して中空素管になすときにプラグ先端部は約1100℃

の高温に加熱されることから、プラグの先端部では高温強度が必要である。特に、高合金鋼などの変形抵抗の高い鋼管を製造する場合には、プラグの強度が不足し、プラグ先端部での変形が生じることによって、プラグ表面のスケールを維持することが困難となり、プラグと被圧延材との焼き付きが顕著に生じる。

【0004】上述したごとく、穿孔プラグ（ピアサープラグ）と拡張プラグ（エロンゲータープラグ）の材料に求められる特性として、プラグ材料の高温強度と耐磨耗性と耐剥離性を有したスケールを生成する成分からなる材料であることである。

【0005】このような観点から、高合金鋼圧延時の穿孔用プラグおよび拡張用プラグの寿命を上げる手段として、例えばピアサープラグでは特開7-060314号公報に開示されているように0.25%C-3%Cr-1%Niをベース成分として、表面スケールの緻密化を図るためNiを更に添加し、また脱炭によるプラグ表層部の軟化を抑制するためMnを増量添加し、さらに圧延後の急冷時に生じるおそれのある焼き割れを防止すべくMo、Wの添加量を制限することが開示されている。また、特開昭60-208458号公報に開示されているようにスケール層の厚さと高温強度の確保の観点からNi/Crの比を制限し、Cu、Ti、Zrの添加により高温強度の確保を図っている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記のように化学成分を限定した材料を用いた穿孔プラグと拡張プラグであっても、13Cr鋼などの高合金鋼を圧延する場合には、それらのプラグの十分な寿命は得られていない。

【0007】即ち、鋳造後に熱間鍛造などの熱間加工などを行わずに使用するプラグにおいては、鋳造時の引け巣がプラグの高温強度とより低い温度での強度に影響し、引け巣の量が多い場合には使用時にプラグの割損が生じること、また高温強度を上げるべく成分を調整したのみでは、常温でのプラグの強度は増加するものの一般にマルテンサイト組織を有するプラグの靱性が低下し、プラグの割損を生じることが明らかになった。さらに、Ni、Crの含有量を調整することによってスケールの緻密性を高める方法ではプラグの寿命を高める上で十分な効果が得られないことが明らかになった。本発明の目的は、上記の問題点を解決するために、特にマンネスマン・プラグミル圧延で製造する高合金鋼管の内表面の品質の向上と製造コストの低減を可能にする、耐用度の良好な継目無鋼管製造用工具を提供することにある。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決し目的を達成するために、本発明は以下に示す手段を用いている。

(1)本発明の工具は、鋼を溶解し、プラグ形状の鋳型

に鍛造した後スケール付け熱処理を施してなる継目無鋼管製造用工具であって、該鋼は、重量%で、C:0.1~0.4%と、Si:0.1~3%と、Mn:0.2~2%と、Cu:0.05~1%と、Ni:0.5~10%と、Cr:0.5~5%と、Mo:0.5~5%と、W:0.5~5%と、Co:0.5~5%と、Ti:0.015~1%と、sol. Al:0.01~0.1%とを含有し、かつ下記(1)式を満足する残部がFeおよび不可避的不純物からなることを特徴とする、継目無鋼管製造用工具である。

$$0 \leq \text{Co}\% \times 7 - \text{C}\% \times 10 - \text{Ni}\% \leq 18 \quad \cdots (1)$$

(2)本発明の工具は、鋼成分として、さらにP、S、Nの各不可避的不純物元素を、重量%で、P:0.05%以下、S:0.06%以下、N:0.2%以下に規制することを特徴とする、上記(1)に記載の継目無鋼管製造用工具である。

(3)本発明の工具は、鋼成分として、重量%でさらに、V:0.05~2%、Zr:0.05~2%、B:0.005~0.02%、及びNb:0.05~2%の群から選択された1種または2種以上を含有することを特徴とする、上記(1)または(2)に記載の継目無鋼管製造用工具である。

#### 【0009】

【発明の実施の形態】本発明者らは、上記の課題を解決すべく鋭意検討した結果、以下の知見を得るに至った。CoとCuはプラグとスケールとの界面を凹凸にし、スケールの耐剥離性を顕著に高める元素であって、さらにCoはスケール中の緻密性を高めることによってスケールの耐磨耗性も高める。しかしながら、Coの添加は、鋼の変態点(Ac1, Ac3)を高める元素であって、単純にCoを添加した場合にはスケール付け熱処理温度でも完全にオーステナイトに変態しないためにスケール付け熱処理での冷却時にマルテンサイト組織に変態せず、プラグの常温強度が不足する。なお、スケール付け熱処理温度を高めた場合、スケール中の空隙の生成量が増加し、スケールの耐剥離性が劣化することから、完全なオーステナイト組織を得るために、スケール付け熱処理温度を高めることには限度がある。またマルテンサイト主体の組織であるプラグの常温強度には適正值が存在し、その強度が低い場合にはプラグの変形が生じ、またその強度が高い場合にはプラグの靱性が不足し、使用時にプラグ割損が生じる。このためCoを添加する場合には材料の変態点とプラグの常温強度を調整するために、C、Niの含有量の調整が必要になる。なお、Cuは鋼の変態点に影響を余り与えないもののCuの過剰な添加はスケール付け熱処理時に、スケール近傍のプラグ表面のオーステナイト粒界を脆弱にし、このためプラグの靱性を損なうこととなる。このため、Cuの含有量の上限值を見いだした。

【0010】鍛造後に熱間鍛造などの熱間加工などを行

わずに使用するプラグにおいては、プラグの割損を防止する上で、鍛造ままの状態での鍛造時の引け巣が少なくことが望まれる。引け巣は溶鋼中のガス成分であるNが凝固時に十分に浮上せず溶鋼中に残存し発生するものであることから、引け巣の生成量の低減にはN含有量の少ない溶解原料の使用あるいは押湯の配置とその容量の適正化あるいはRH脱ガス装置などの溶鋼の二次精錬の適用がもっとも望ましい。しかしながら、これらの手段によっては、プラグの製作費用を高めることになる。従って、引け巣の生成量を低減する簡便な方法を検討した結果、Tiの添加が有効であることが明らかになった。さらにこのTiの添加は溶鋼中あるいは凝固直後にTiNあるいはTiCとして析出し、プラグの高温強度を高める効果を有する。

【0011】以上の知見に基づき、本発明者らは、プラグ材料の高温強度と耐磨耗性と耐剥離性を有したスケールを生成するため、Co、Cu、Tiを一定量添加し、さらにC、Niの含有量をCoの添加量に応じて調整するようにして、耐用度の良好な継目無鋼管製造用工具を見出し、本発明を完成させた。

【0012】すなわち、本発明は、鋼組成を下記範囲に限定することにより、特にマンネスマン・プラグミル圧延で製造する高合金鋼管の内表面の品質の向上と製造コストの低減を可能にする、耐用度の良好な継目無鋼管製造用工具を提供することができる。

【0013】以下、本発明の成分添加理由、成分限定理由について説明する。

#### (1)成分組成範囲

C:0.1~0.4%

Cは、プラグの常温強度と高温強度を高めるために必須の元素であり、0.1%以上のCを含有せしめる必要がある。一方、0.4%を超える添加では、常温強度が過度に上昇するために靱性が低下し、プラグの割損を招くことになる。従って、その含有量は0.1~0.4%である。

【0014】Si:0.1~3%

Siは、脱酸元素であり、0.1%未満ではその効果が少なく、またその含有量が3%を超えると、プラグ表面の酸化スケール厚さが減少し、プラグの寿命を低下させる。従って、その含有量は0.1~3%である。

【0015】Mn:0.2~2%

Mnは高温強度を高めるために添加されるが0.2%未満ではその効果が少なく、2%を超えるとプラグ表面の酸化スケール厚さが減少し、プラグの寿命を低下させる。従って、その含有量は0.2~2%である。

【0016】Cu:0.05~1%

Cuはスケールの密着性を高める有効な元素であって、0.05%未満ではその効果は少なく、1%を超えるとスケール付け熱処理時に、スケール近傍のプラグ表面のオーステナイト粒界を脆弱にし、このためプラグの靱性

を損なうこととなる。従って、その含有量は0.05～1%である。

【0017】Ni:0.5～10%

Niは、固溶強化元素であるとともにオーステナイト安定化元素であって、0.5%未満ではその効果が小さく、10%を超えるとスケールの生成量が低下しプラグの寿命が著しく低下する。従って、その含有量は0.5～10%である。

【0018】Cr:0.5～5%

Crは炭化物となって著しくプラグの強度を高める元素であって、0.5%未満では十分なCr炭化物の析出量が得られず、プラグの常温強度と高温強度が不足する。5%を超えると、プラグ表面のスケールの生成量が低下し、プラグと被圧延材の焼き付けを防止することができないためプラグの寿命が低下する。従って、その含有量は0.5～5%である。

【0019】Mo:0.5～5%

Moは鋼中に固溶することあるいはMo炭化物として析出することによって高温強度を高める元素である。また、常温あるいは焼き戻し温度での鋼の靱性を高める元素である。Moの添加量が0.5%未満では、所望の効果が得られない。一方、5%を超えると、常温強度が過度に高くなり、靱性の低下を招くことになる。従って、その含有量は0.5～5%である。

【0020】W:0.5～5%

Wは炭化物となって著しくプラグの強度を高める元素であって、0.5%未満では十分な炭化物の析出量が得られず、プラグの常温強度と高温強度が不足する。5%を超えると、靱性の低下を招くことになる。従って、その含有量は0.5～5%である。

【0021】Co:0.5～5%,  $0 \leq \text{Co}\% \times 7 - \text{C}\% \times 10 - \text{Ni}\% \leq 18$

Coは本発明に置いて重要な元素である。即ち、Coの添加により、高温強度を高めるとともに、スケールの耐磨耗性と耐剥離性を顕著に向上させる上で有効な元素である。Coが0.5%未満では上述したような効果が十分に得られず、一方5%以上の添加ではプラグの製造コストを高めるとともに、鋼の変態点が上昇し、マルテンサイト組織が主体の組織のプラグを得ることが困難となり、プラグの常温強度が低下しプラグの変形が生じやすくなる。

【0022】また、適正な強度と靱性を有したマルテンサイト主体の組織を得るために、C含有量とNi含有量およびCo含有量は次式に示す関係式を満足する必要がある。

【0023】

$0 \leq \text{Co}\% \times 7 - \text{C}\% \times 10 - \text{Ni}\% \leq 18$

即ち、図1に示すように、 $\text{Co}\% \times 7 - \text{C}\% \times 10 - \text{Ni}\%$ の値が0未満である場合には、プラグの常温強度が高くなり、靱性が低下し、プラグの割損が生じることに

なる。

【0024】一方 $\text{Co}\% \times 7 - \text{C}\% \times 10 - \text{Ni}\%$ の値が18を超える場合にはプラグの常温強度が不足し、プラグの変形が生じて、プラグの寿命が劣化することとなる。

Ti:0.015～1%

Tiは溶鋼中あるいは凝固時にTiNあるいはTiCとして析出することにより、固溶N量を低減し、鑄造ままの鋼片の引け巣の生成量を低減するための有効な元素である。0.015%未満ではこの効果が得られず、またTiを1%を超えて添加すると、鋼中に存在するTiC、TiNが割れの起点となって、プラグの割れを助長し、その寿命を阻害することとなる。このため、Tiの含有量は0.015～1%である。

sol. Al:0.01～0.1%

sol. Al:Alは脱酸元素であり、鋼の延性と靱性を確保する上で必要な元素であり、0.01%未満では所望の効果が得られず、一方0.1%を超えて含有させても、その効果が飽和し、あるいは逆に延性と靱性の低下を招くことになる。このため、Alの含有量は0.01～0.1%である。

【0025】P:0.05%以下

Pは不可避的不純物元素であり、かつオーステナイト加熱時に粒界に偏析して、粒界強度を低下させ、顕著にプラグ強度を劣化させる。このため、その上限値は0.05%である。

【0026】S:0.06%以下

Sは不可避的不純物元素であり、かつオーステナイト加熱時に粒界に偏析して、粒界強度を低下させ、顕著にプラグ強度を劣化させる。このため、その上限値は0.06%である。

【0027】N:0.2%以下

Nは不可避的不純物であり、その含有量が0.2%を超える場合にはプラグ中に鑄造時の引け巣が生じることにによりプラグの強度を低下させて、プラグの割損を招くことがある。従って、その上限値は0.2%である。

【0028】さらに、本発明では、下記のような各含有量のV, Zr, B, Nbを1種または2種以上含有させることにより、本発明の目的であるピアサープラグあるいはエロンゲータープラグの寿命を向上させることができる。

【0029】V:0.05～2%

Vは高温強度を高めるために添加されるが0.05%未満ではその効果が得られず、2%を超える場合には靱性の低下を招き、プラグの割損を生じる。従ってその含有量は0.05～2%である。

【0030】Zr:0.05～2%

Zrは窒化物となって、高温強度を高める元素であって、0.05%未満ではその効果が得られず、2%を超える場合には靱性の劣化を招き、プラグの割損を生じ

る。従って、その含有量は0.05～2%である。

【0031】B:0.005～0.02%

Bは窒化物となって、高温強度を高める元素であって、0.005%未満ではその効果が得られず、0.02%を超える場合には韌性の劣化を招き、プラグの割損を生じる。従って、その含有量は0.005～0.02%である。

【0032】Nb:0.05～2%

NbはNbCとして析出することによって、室温と高温の強度を高める元素であって、0.05%未満では、所定の強度の上昇が得られない。一方2%を超える添加では、韌性の低下を招くことになって、プラグの割れが生じることになる。従って、その含有量は0.05～2%である。

【0033】なお、製造条件については、本発明では特に限定されない。すなわち、プラグ製造時の鋼の溶解方法、鑄造方法、及びスケール付け熱処理方法は、通常採用される条件であればよい。以下に本発明の実施例を挙げ、本発明の効果を立証する。

【0034】

【実施例】表1に示す化学組成の500kgf鋼を大気溶解し、最大径105mmのピアサープラグの形状に鑄造した。鑄造プラグは被圧延材と接触する部分を機械研削により仕上げたのち、水蒸気酸化雰囲気中でスケール付け熱処理を実施し、それぞれの鋼のプラグミルプラグをそれぞれ19個ずつ製作し、その中の18個を13Cr継目無鋼管の圧延に使用した。残りの1個については、ビッカース硬さを測定し、表面スケールの厚さを光学顕微鏡により測定した。なお、プラグ表面のスケールは内層スケールと外層スケールからなり、この内の内層スケールがプラグと被圧延材の焼き付けを防止することから、内層スケールの厚さを測定した。

【0035】さらに、10mm径×15mm高の試験片を採取し、1100℃の試験温度で歪み速度が10/秒での圧縮試験を行い、その際の歪み0.1のときの平均変形抵抗を測定し、それぞれの鋼の高温強度を把握した。

【0036】なお、水蒸気酸化熱処理は、900～1000℃で約5時間保持した後、500℃の温度まで徐冷したのち、熱処理炉から搬出し、大気中で放冷した。13Cr鋼圧延は、直径170mmの長さ3280mmの

丸鋼片を第一穿孔機（ピアサー）で穿孔し174mm径×30mm厚×5700mm長さの中空素管にした。プラグの寿命は、1パス毎のプラグ頭部あるいは胴部の変形の有無と焼付きによるプラグ表層部の損傷の有無あるいはプラグ割損によって、使用することができなくなった時のパス数で評価した。

【0037】表1において、No.1～4は本発明鋼であり、No.5～18は比較鋼である。表2に、それぞれの化学成分のピアサープラグのビッカース硬さ、内層スケール厚さ、1100℃での平均変形抵抗、及び13Cr継目無鋼管を圧延した際のピアサープラグの寿命（パス数）の平均値を示す。表2から明らかなように、本発明鋼No.1～4は、常温および高温でのプラグ強度が得られるとともに所望のスケール厚さが得られることから、良好なプラグ寿命（19～29パス）が得られている。

【0038】一方、比較鋼No.5～18の鋼からなるプラグの寿命は、本発明鋼No.1～4の鋼からなるプラグの寿命に比べ小さい値（1～14パス）になっている。比較鋼No.5～8は、それぞれの元素の含有量は本発明による請求範囲にあるもののCo, C, Niの含有量から計算した $Co\% \times 7 - C\% \times 10 - Ni\%$ の値が本発明の請求範囲外の値であるため、プラグ耐用度が劣化している。

【0039】比較鋼No.9, 10, 12, 13, 14, 15はC, Mn, Cr, Mo, W, Tiの添加量が高いことから、プラグの常温強度が過度に高く、韌性が低下することによって、使用時にプラグの割れが生じ、耐用度が劣化している。また比較鋼No.11はCuの含有量が高いことから、プラグ表層部での脆化が起こることによって使用時にプラグの割れが生じてプラグの耐用度が低下している。比較鋼No.16と17では、SiとNiの含有量が高いことから、プラグ表面のスケール厚さが不足し、使用時のスケールの消失が早期に生じ耐用度が低下している。比較鋼No.18はCo含有量が高いことから、鋼の変態点が上昇し、スケール付け加熱温度で完全なオーステナイト組織を得ることができないことから、プラグの常温強度が低下し、耐用度が低下している。

【0040】

【表1】

表 1

鋼 No.	化 学 成 分 (重量%)														(A)	備考	
	C	Fe	Co	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	Mo	W	Ti	sol. Al	N			その他
1	0.21	1.09	2.97	0.32	0.42	0.023	0.024	0.06	0.62	1.41	3.11	0.097	0.084	0.0159	Nb:0.58	17.6	本発明鋼
2	0.17	3.80	2.40	0.15	0.26	0.045	0.010	0.09	2.60	2.70	4.59	0.048	0.046	0.0045	—	11.3	本発明鋼
3	0.37	0.52	0.70	0.24	1.03	0.036	0.052	0.24	4.20	0.53	1.00	0.023	0.028	0.0109	V:0.105, Zr:0.097	0.68	本発明鋼
4	0.40	1.09	2.97	2.70	1.80	0.012	0.047	0.78	0.53	4.70	0.54	0.049	0.051	0.0078	V:0.057, Nb:0.153	15.7	本発明鋼
5	0.37	3.00	0.90	0.87	0.56	0.045	0.026	0.62	0.87	2.20	2.06	0.057	0.052	0.0105	—	-0.4°	比較鋼
6	0.31	4.80	0.80	1.45	0.67	0.035	0.023	0.12	0.67	1.42	2.89	0.061	0.057	0.0203	—	-2.3°	比較鋼
7	0.12	1.09	2.97	2.16	0.48	0.028	0.021	0.09	0.75	1.38	3.09	0.087	0.081	0.1264	—	18.5°	比較鋼
8	0.28	2.40	3.50	3.05	0.64	0.045	0.036	0.54	1.02	1.29	2.78	0.019	0.026	0.0578	—	19.3°	比較鋼
9	0.42	1.23	0.70	0.89	0.23	0.019	0.042	0.49	0.89	1.30	1.09	0.085	0.091	0.0278	—	-0.53°	比較鋼
10	0.34	1.45	0.92	0.94	2.14	0.023	0.024	0.37	0.56	2.06	2.06	0.077	0.073	0.0084	—	1.59	比較鋼
11	0.29	1.74	1.24	2.06	1.06	0.021	0.038	1.09	0.68	2.78	3.08	0.049	0.052	0.0079	—	4.14	比較鋼
12	0.15	1.24	2.04	3.07	1.78	0.020	0.024	0.21	5.13	1.05	2.87	0.026	0.016	0.0148	—	11.54	比較鋼
13	0.08	2.03	2.47	2.50	0.48	0.037	0.029	0.48	1.03	5.07	1.56	0.017	0.019	0.1784	—	14.46	比較鋼
14	0.27	2.85	1.84	0.50	0.44	0.049	0.022	0.59	2.03	0.28	5.02	0.024	0.022	0.0215	—	7.93	比較鋼
15	0.29	2.46	2.57	0.47	1.02	0.019	0.024	0.60	0.78	1.37	2.84	1.022	0.032	0.0347	—	12.63	比較鋼
16	0.81	2.02	2.06	3.22	1.09	0.022	0.035	0.09	0.81	1.29	2.57	0.084	0.078	0.0248	—	9.3	比較鋼
17	0.12	10.2	3.50	2.82	0.48	0.034	0.034	0.21	0.89	1.37	1.05	0.094	0.091	0.0055	—	13.1	比較鋼
18	0.39	9.80	5.01	0.28	0.87	0.049	0.045	0.07	0.78	1.27	1.75	0.075	0.049	0.0084	—	21.37°	比較鋼

(注) (A) は  $(C + 0.6 \times 7 - C\% \times 10 - N1\%)$  の値を示す。

\*印は本発明の範囲から外れていることを表す。

【0041】

\* \* 【表2】

No  
102

鋼 No.	ビッカース 硬さ (HV)	スケール 厚さ ( $\mu\text{m}$ )	1100℃での 平均変形抵抗 (MPa)	寿命	廃却原因	備考
1	320	248	240	29	焼付きによる損傷	本発明鋼
2	286	184	210	20	焼付きによる損傷	本発明鋼
3	345	155	230	19	焼付きによる損傷	本発明鋼
4	385	228	260	25	焼付きによる損傷	本発明鋼
5	456	197	220	2	割損	比較鋼
6	432	208	200	5	割損	比較鋼
7	247	246	125	8	表層部の変形	比較鋼
8	229	194	120	10	表層部の変形	比較鋼
9	476	202	180	4	割損	比較鋼
10	449	224	225	6	割損	比較鋼
11	435	218	135	1	割損	比較鋼
12	448	126	230	3	割損	比較鋼
13	422	208	210	8	割損	比較鋼
14	469	154	230	10	割損	比較鋼
15	468	178	190	7	割損	比較鋼
16	247	126	150	12	焼付きによる損傷	比較鋼
17	216	107	135	14	焼付きによる損傷	比較鋼
18	237	154	120	11	表層部の変形	比較鋼

注) \*印は本発明の範囲から外れていることを表す。

#### 【0042】

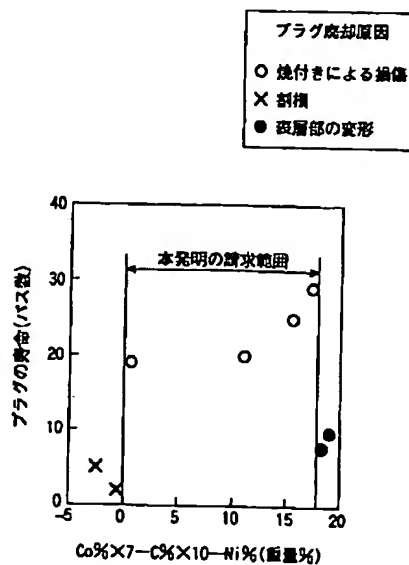
【発明の効果】上記した如く、本発明によれば、鋼組成を特定することにより、特にマンネスマン・プラグミル圧延で製造する高合金鋼管の内表面の品質の向上と製造コストの低減を可能にする、耐用度の良好な継目無鋼管製造用工具を提供することができる。従って、継目無鋼\*

\*管製造のためのピアサープラグとエロンゲータープラグの寿命を向上することができるなど、産業上の利用価値は大きい。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態に係るCo、C、Ni含有量とプラグ寿命の関係を示す図。

【図1】



(8)

特開平11-179407

フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

C 2 1 D 9/00

C 2 1 D 9/00

M

(72)発明者 山崎 基晴

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日

本钢管株式会社内

This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning Operations and is not part of the Official Record

## BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images problems checked, please do not report the problems to the IFW Image Problem Mailbox**